

高等学校教学参考书

中国铁路建设概论

郝 瀛 编著
赵 清 审校

中国铁道出版社

1998年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书从铁路运输基础知识开始,阐述了旧中国铁路建设的悲惨情况和新中国铁路建设的光辉成就;研讨了铁路在国民经济发展和综合运输体系中的地位;介绍了铁路当前的建设形势,今后的科技发展和近期的建设规划;并对重载运输、客运提速和高速铁路作了专题论述。

本书取材丰富、数据充实、叙述具体生动,既是一本适用性较广的教科书,也是一本有价值的参考资料。本书可作为各类铁路工程干部班教材,也可供土木工程专业铁道方面的研究生和大学生选读,从事铁路工程的干部和技术人员也可参阅。

图书在版编目(CIP)数据

中国铁路建设概论/郝瀛著.-北京:中国铁道出版社,1998.10
ISBN 7-113-03157-9

. 中... . 郝... . 铁路工程-工程建设-概论-中国
.F532

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 31865 号

书 名:中国铁路建设概论

著作责任者:郝 瀛 编著

出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:程东海

封面设计:李艳阳

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:850×1168 1/32 印张:10.5 插页:1 字数:277 千

版 本:1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1— 册

书 号:ISBN7-113-03157-9/U·862

定 价:15.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

本书是编者 1988 年编写的《中国铁路建设》和 1995 年编写的《铁路建设与规划专题讲座》的基础上,参考有关铁路文献、论文和科研成果,为工程类综合管理干部班和总工程师班编写的教材。

全书共分十章,从铁路运输基础知识开始,阐述了旧中国铁路建设的悲惨情况和新中国铁路建设的光辉成就;研讨了铁路在国民经济发展和综合运输体系中的地位;介绍了铁路当前的建设形势,今后的科技发展和近期的建设规划;并对重载运输、客运提速和高速铁路作了专题论述。

为了适应工程类干部班学员的需要,本书以铁路建设的宏观技术经济问题为主线,适当介绍了所涉及的基础理论和基本知识;以土建工程问题为重点,适当扩展到机车车辆和运营管理;以我国铁路建设为基本内容,适当延伸到国外的铁路发展动向、重载运输情况和高速铁路现状;在介绍我国铁路的历史和现状中,力争融入爱国、爱路的思想教育内容;在各章专题的论述中,力争从宏观角度说明存在的问题,发展的方向和有关的思路,力争提供有参考价值的资料和数据等素材,以充实干部班学员的技术经济素质和组织领导才能。但限于编者水平,缺陷漏洞和不当之处在所难免,欢迎指评指正。

本书可作为各类铁路工程干部班教材,也可供土木工程专业铁道方向的研究生和大学生选读,从事铁路工程的干部和技术人员也可参阅。

本书由赵清教授、李远富副教授、刘万明副教授全面审阅校正;路基内容由蔡英教授审阅,轨道内容由万复光教授审阅,运输内容由顾炎教授审阅,机车车辆内容由严隽髦教授审阅,在此向以

上同志表示衷心的感谢。

本书的编写,得到西南交通大学铁道系和成人教育学院领导的关心支持,收集了铁道部第二勘测设计院等部门提供的宝贵资料,也得到中国铁道出版社教材编辑部的大力帮助,编者对各方面的支持表示谢意。

西南交通大学 郝瀛

1998年3月

目 录

第一章	铁路运输基础知识.....	1
一、	铁路运输的性质与特点.....	1
二、	线路通过能力.....	4
三、	牵引吨数与输送能力.....	7
四、	行车速度	12
五、	铁路的技术装备	13
六、	其他轨道运输	17
第二章	旧中国的铁路建设	21
一、	我国古代交通运输的发展	21
二、	旧中国铁路的由来	25
三、	列强侵略路权尽失	32
四、	自强图存赎路建路	39
五、	战乱频仍筑路缓慢	51
六、	旧中国铁路的特点	52
第三章	新中国的铁路建设	56
一、	铁路建设发展概况	56
二、	铁路建设成绩卓著	66
三、	地方铁路和专用铁路.....	112
第四章	铁路的地位和作用.....	116
一、	铁路是国民经济的基础设施.....	116
二、	铁路运输成效显著.....	119

三、	铁路建设滞后于国民经济发展.....	126
四、	铁路在交通运输中的地位.....	136
五、	发展交通运输应以铁路为重点.....	142
第五章	铁路建设形势.....	147
一、	铁路造价与投资比重.....	147
二、	铁路财务形势.....	151
三、	建设资金筹措.....	167
第六章	铁路科技发展战略.....	172
一、	铁路现代化.....	172
二、	铁路主要技术政策.....	179
三、	铁路科技发展纲要.....	184
第七章	铁路建设规划.....	190
一、	铁路发展的回顾与前瞻.....	190
二、	客货运量预测.....	196
三、	铁路“九五”计划.....	198
四、	铁路建设项目可行性研究概述.....	205
五、	科教兴路更新设计思想.....	217
六、	重视并扶持地方铁路发展.....	224
第八章	铁路重载运输.....	229
一、	世界重载运输的发展情况.....	229
二、	我国铁路的重载列车.....	239
三、	整列式重载列车的技术条件.....	243
四、	单元式重载列车的配套技术.....	249
五、	组合式重载列车的配套设施.....	250

第九章	既有线客运提速.....	252
一、	我国铁路客货列车速度的发展.....	252
二、	提高客运速度的基本思路.....	256
三、	提高客运速度的技术条件.....	262
四、	摆式列车的应用前景.....	276
第十章	高速铁路.....	284
一、	世界高速铁路.....	285
二、	中国需要发展高速铁路.....	304
三、	京沪高速铁路的技术决策.....	311
四、	京沪高速铁路的工程与造价.....	323
参考文献	327

第一章 铁路运输基础知识

一、铁路运输的性质与特点

(一) 铁路运输的性质

铁路运输业是一个独立的特殊的物质生产部门,是发展国民经济、提高人民物质文化生活水平的重要基础设施。

铁路运输具有物质生产的三个要素:车、机、工、电各部门运输职工的劳动;线路、机车、车辆、通信、信号等劳动资料;作为劳动对象的人或物(旅客或货物)。铁路运输使旅客与货物的场所发生预定的变化,从而具有使用价值。运送旅客满足了人民旅行的需要,运送货物是生产性质的价值增值过程,也是生产过程在流通领域的继续。所以铁路运输是一个独立的物质生产部门。

铁路运输生产的三要素中,人的劳动和劳动资料虽然由铁路支配,但劳动对象即运送的旅客和货物,铁路只是提供服务而不能自由支配,所以铁路运输虽然是一个物质生产部门,但还具有服务的功能。服务功能决定了铁路运输在各种运输方式的协作配合、合理分工的条件下,要能安全、舒适、快捷地满足运输需求,以适应国民经济的发展。

在社会主义市场经济前提下,铁路还具有企业性质,必须重视投入产出问题,建立竞争机制,讲究经济效益,以保证铁路的生存和发展。

(二) 铁路运输的特点

铁路运输这个物质生产部门,其生产过程中劳动对象发生变化的情况和其他物质生产部门不同。机械制造业的生产过程是物质形态的改变,属于物理变化。化学工业的生产过程是物质性质的改变,属于化学变化。而铁路运输的生产过程,则不改变物质的形

态或性质,只是改变旅客和货物的场所,属于空间变化,其产品是人和物的位移,用人公里和吨公里来衡量铁路运输的生产量。

工农业生产的产品既可以储存,又可以调拨。而以人公里和吨公里表示的铁路运输生产量,则是在运输生产过程中完成的,它不能作为独立的物体存在于运输过程之外,只能在运输过程中被同时消费掉。所以,铁路运输的产品是不能在运输过程以外进行储存和调拨的。因之在国民经济发展的总体规划中,铁路建设应当适度超前,避免铁路成为制约因素和瓶颈产业,以保证国民经济持续稳定的发展;同时在一条铁路的规划设计中,也需要使其能力具有一定贮备,以适应铁路经行地区工农业迅猛增长的运输需求。

(三) 铁路运输的生产量

铁路运送旅客的生产量用人公里衡量,称为旅客周转量。

$$\text{旅客周转量} = (\text{旅客人数} \times \text{旅行距离的公里数})$$

铁路运送货物的生产量用吨公里来衡量,称为货物周转量。

$$\text{货物周转量} = (\text{货物吨数} \times \text{货运距离的公里数})$$

为了统计铁路客货运输的综合生产量,习惯上将每一“人公里”的旅客周转量折算为一个“吨公里”的换算周转量。这样,就可以将旅客周转量和货物周转量直接相加,称为客货周转量或换算周转量,单位为“换算吨公里”。换算周转量可以综合体现铁路完成客货综合生产量的大小。

每个国家平均每公里铁路每年运送的旅客人数称为客运密度,平均每公里铁路每年运送的货物吨数称为货运密度,平均每公里铁路每年完成的换算吨公里数称为运输密度。运输密度是衡量铁路运输效能最重要的指标。

我国建国之初的1949年,全国铁路完成的旅客周转量为130.01亿人公里,货物周转量为184.00亿t·km,换算周转量为314.01亿换算t·km。当时的铁路营业里程为21810km,客运密度仅59.6万人,货运密度仅84.4万t,运输密度仅144.0万换算

吨。第八个五年计划末的 1995 年,铁路 旅客周转量为 3 542.61 亿人公里,货物周转量为 12 836.01 亿 t · km。换算周转量为 16 378.61 亿换算 t · km(不含补票与行包工作量),为 1949 年的 52.2 倍。1995 年铁路营业里程为 54 616.3km,客运密度为 648.6 万人,货运密度为 2 350.2 万 t,分别为 1949 年的 10.9 倍、27.8 倍;运输密度达 2 998.8 万换算 t,为 1949 年的 20.8 倍,也就是说每公里铁路的生产量 1995 年为 1949 年的 20.8 倍,目前每公里铁路每年完成的生产量约等于建国初期 20km 铁路完成的生产量。

铁路运输密度大,表示铁路设施利用率高,效能好。运输密度小,表示铁路设施利用率低,效能低。一个国家铁路运输密度的高低,主要有如下一些影响因素。

1. 铁路设备的先进程度

如牵引种类(电力、内燃或蒸汽牵引)和机车类型,机车牵引力大,可使每列车的牵引质量增加。通信信号设备先进,可使铁路行车量增大。而车辆结构先进,则可多载客、货,增加铁路的生产量。

2. 铁路线路状况

铁路网的复线率是指路网中复线里程占营业里程的百分数。复线率高,则行车量大,铁路生产量高。此外铁路轨距宽窄,线路坡度大小、车站距离远近等,都会影响铁路的生产量。

3. 铁路客货流量大小

铁路设备和线路状况决定铁路所具有的运输能力,而客货流量大小,即有多少旅客乘车,有多少货物可运,则决定铁路实际完成的生产量。

我国铁路的设备虽然还比较落后,路网的复线率和电化率都较低。但是在党的领导下,社会制度优越,铁路员工的积极性得到充分发挥,铁路设施的潜力能够充分利用,铁路运力有了极大的提高;同时国民经济发展迅速,铁路的货源充足、旅客众多;所以铁

本书所说的“铁路”,除特别注明的外,仅指大陆的国有铁路,暂未包括台湾省与港九地区的铁路,也不包括地方铁路与专用线等。

路运输密度还是很高的, 1995 年已达 2 998.8 万换算 t(计入补票与行包工作量为 3031.7 万换算吨), 居世界第一位。表 1—1 列出世界主要国家 1993 年的铁路运输密度表, 我国铁路的运输密度高于俄罗斯, 约为日本的两倍, 为印度和美国的 3 倍, 为德国、法国、英国的 8~11 倍。

表 1—1 世界主要国家铁路运输密度表

国家	中国	俄罗斯	美国	日本	德国 (西部)	法国	英国	印度	
营业里程(km)	53 802	87 505	199 129	20 251	26 387	32 579	16 536	62 486	
复线率(%)	26.6	42.1		40.5	48.1	49.2		23.2	
电化率(%)	16.7	43.9		58.5	46.1	41.7	30.1	17.7	
客运密度(万人)	646.7	289.3	4.9	1 234.6	180.3	178.5	183.6	480.3	
货运密度(万 t)	2 216.2	2 247.9	813.3	123.8	199.7	144.2	83.2	413.1	
运输密度	(万换算 t)	2 888.2	2 537.2	818.2	1 358.4	380.0	322.8	266.9	893.4
	(对比%)	100	88	28	47	13	11	9	31

含补票与行包工作量;

1992 年数据。

二、线路通过能力

线路上每昼夜能通过的列车对数, 按货物列车平行成对运行图计算, 称为线路通过能力。计算通过能力要具有列车运行图的基础知识。

(一) 列车运行图

列车运行图是表示列车运行情况的示意图, 图中显示出各次列车走行和停站时分以及各种列车相互配合的情况。它是组织铁路车、机、工、电、运各部门共同完成运输任务的基础。

图 1—1 是单线铁路非平行运行图的部分示意图。图中横轴表示时间, 每 10min 划一竖线, 纵轴表示距离, 每一车站中心的里程处划一横线; 两站间的斜线表示列车在该区间的运行情况, 称为列

车运行线。图中的粗黑斜线表示旅客列车运行线,其斜率较陡,说明列车的走行速度快、走行时分短;图中的细斜线表示货物列车运行线,其斜率较缓,说明列车的走行速度慢、走行时分长。斜线与相邻两横线交点的时分,分别表示列车从一站到另一站的发车和到达时间;斜线与相邻两横线交点间的时段,表示列车在该区间的走行时分。例如图中的 1 248 次货物列车通过 C 站的时间是 0 06。到达 B 站的时间是 0 20,其间走行时分为 14min; 1 248 次货物列车在 B 站向 A 站发车的时间为 0 27,说明该次列车在 B 站停站 7min。

图 1—1 单线非平行运行图

运行图中的列车编号,离开北京方向行驶的列车为单数,称为下行列车;向着北京方向行驶的列车为双数,称为上行列车。

铁路运营部门采用的是非平行运行图(图 1—1)。因为铁路上实际开行的旅客列车、货物列车、零摘列车等,它们的速度各不相同,所以在运行图上在同一区间各种列车的运行线是互不平行的。编制非平行运行图,涉及很多具体问题,化费时间长,且必须绘出运行图后,才能得出客货列车的行车量,故只在实际运营工作中采用。

在铁路设计中,采用的是平行成对运行图(图 1—2)。这种运行图假定在线路上运行的都是直通货物列车,不但在同一区间同一方向上列车的运行速度相同,也就是列车运行线相互平行,并且上下行列车成对运行;采用平行成对运行图,就可以据以计算通过

能力。

图 1—2 单线平行成对运行图

(二) 线路通过能力的计算

1. 单线的通过能力

单线的通过能力 N 可根据一对直通货物列车占用区间的时分计算; 一对直通货物列车占用区间的时分称为运行图周期 T , 包括区间往返行车时分 $t_1 + t_2$ 与两端车站作业时分 $t_{\text{不}} + t_{\text{会}}$ 。 $t_{\text{不}}$ 称为不同时到达时间, 即车站前后两区间的对向列车为了保证行车安全需要不同时到达车站的最小间隔时分; $t_{\text{会}}$ 称为会车间隔时间, 即从一列车到达车站到对向列车向同一区间开出、办理发车作业所需要的最小间隔时分。运行图周期如图 1—3 所示。每昼夜为 $24 \times 60 = 1440\text{min}$, 但线路可用于开行列车的时分尚需扣除维修“天窗”时分 t , 故每昼夜线路可用于开行列车的时间为 $1440 - t$ 。

$$N = \frac{1440 - t}{T} = \frac{1440 - t}{t_{\text{往}} + t_{\text{返}} + t_{\text{不}} + t_{\text{会}}} \text{ (对 / 天)} \quad (1-1)$$

式中 $t_{\text{往}} + t_{\text{返}}$ 主要由站间距离决定, 并与牵引种类、机车类型与区间坡度大小等因素有关, 可由牵引计算决定;

$t_{\text{不}} + t_{\text{会}}$ 由闭塞方式确定, 路牌(签)闭塞为 $8 \sim 10\text{min}$, 半自动闭塞为 $6 \sim 9\text{min}$, 自动闭塞为 $4 \sim 7\text{min}$, 自动闭塞加调度集中为 $3.5 \sim 6\text{min}$;

t 为维修“天窗”占用时分, 电气化铁路一般按日均 90min 计, 内燃牵引铁路可根据运输要求按具体情况确定综合维修“天窗”的日均值。

一个区段内各个区间的距离、坡度等条件不同,运行图周期有大有小,其中运行图周期最长者,控制全区段的通过能力,称为控制区间。区段的通过能力按控制区间的运行图周期计算。

我国单线铁路的通过能力一般可达 40 对/天以上。采用先进的闭塞方式和特殊的行车方式,通过能力可达 50 对左右/天。

图 1—3 平行成对运行图周期

图 1—4 双线平行运行图

2. 双线的通过能力

双线多安装自动闭塞,双方向都可按时分间隔 I 发车,称为追踪运行。 I 一般为 6 ~ 10min。

$$N = \frac{1440 - t}{I} \text{ (列 / 天)} \quad (1-2)$$

t 为维修“天窗”占用时间,电气化铁路一般按日均 120min 计,内燃牵引铁路可根据运输要求按具体情况确定综合维修“天窗”的日均值。

3. 通过能力的限制

通过能力还受其他条件的限制,如车站股道数量,电力牵引时的供电能力,蒸汽牵引时的给水能力;实际通过能力将受薄弱环节的控制。设计时一般根据线路通过能力,设计其他相应设备,使其相互协调。

三、牵引吨数与输送能力

(一) 牵引吨数

牵引吨数 Q 是直通货物列车机车所拉货车(含货物)的总质量(t),它是按列车在限制坡度上以机车计算速度等速运行的条件求得的。

$$Q = \frac{F_{\text{计}} - P(i_0 + 10i_{\text{限}})}{i_0 + 10i_{\text{限}}} (t) \quad (1-3)$$

式中 $F_{\text{计}}$ —— 机车计算牵引力(N), 一般采用持续制;

P —— 机车整备质量(t);

i_0 —— 在计算速度下的机车单位基本阻力(N/t);

i_0 —— 在计算速度下的车辆单位基本阻力(N/t);

$i_{\text{限}}$ —— 限制坡度值(‰), 限坡为 4‰时, $i_{\text{限}} = 4$, 限坡为 12‰时, $i_{\text{限}} = 12$ 。

从式(1—3)可知, 货物列车的牵引吨数是由限制坡度大小以及由牵引种类和机车类型所决定的计算牵引力高低确定的, 表 1—2 列出三种牵引主型机车的常用数据表, 作对比参考。

(二) 牵引吨数的限制条件与牵引定数

1. 站线股道有效长度限制的牵引吨数 $Q_{\text{有效}}$

站线股道有效长度是站线停放列车而不影响邻线行车的长度, 车站到发线的有效长度一般是出站信号机到警冲标间的长度, 我国干线的站线有效长度 $L_{\text{有效}}$, 一般为 1 050、850、750、650 与 550m。

$$Q_{\text{有效}} = (L_{\text{有效}} - l_{\text{机}} - 30) \times q \quad (t) \quad (1-4)$$

式中 $L_{\text{有效}}$ —— 站线有效长度(m);

$l_{\text{机}}$ —— 机车长度(m);

30 —— 安全距离;

q —— 车辆平均每延长米的质量(t/m), 按我国车辆组成, $q = 5.677t/m$ 。

2. 起动条件限制的牵引吨数 $Q_{\text{起}}$

列车在车站停车后再重新起动时, 列车阻力较大; 若站坪坡度稍大, 可能引起起动困难, 从而限制牵引吨数。

$$Q_{\text{起}} = \frac{F_{\text{起}} - P(i_{\text{起}} + 10i_{\text{起}})}{i_{\text{起}} + 10i_{\text{起}}} (t) \quad (1-5)$$

式中 $F_{\text{起}}$ —— 机车的起动牵引力(N);

- 起——机车单位起动阻力(N/t), 电力、内燃 起 = 50(N/t);
- 起——车辆单位起动阻力(M/t), 起 = 30+ 4i起, 计算值小于 50 时, 取 起 = 50(N/t), 滚动轴承车辆 起 = 35(N/t);
- i起——列车起动地段的坡度值(‰)。

表 1—2 三种牵引的主型机车常用数据表

符号	意义	单位	电力	内燃	蒸汽
			韶山 ₃ SS ₃	东风 _{4B} DF _{4B}	前进 QJ
P	机车整备重量		138	135	200
l _机	机车长度	m	21.4	21.1	26.1
v _构	机车构造速度	km/h	100	100	80
v _计	机车计算速度(持续制)	km/h	48.0	21.6	20.0
F _计	机车计算牵引力(持续制)	N	324 000	330 500	243 000
F _起	机车起动牵引力	N	480 000	443 500	284 000
ρ_0 机车基本阻力 SS ₃ : $\rho_0 = 16.4 + 0.140v + 0.00260v^2$ (N/t) DF _{4B} : $\rho_0 = 10.4 + 0.162v + 0.00138v^2$ (N/t) QJ: $\rho_0 = 7.0 + 0.139v + 0.00276v^2$ (N/t)					
ρ_0 车辆基本阻力 $\rho_0 = 10.7 + 0.011v + 0.00236v^2$ (N/t)					
上述中的 v 为行车速度(km/h)					

3. 牵引定数

一个区段的货物列车牵引吨数通常受上述三种条件的限制。实际的牵引吨数应取三者中的最小值, 此最小值称为牵引定数。

技术娴熟的机车乘务组采用先进的操作方法, 可使实际的牵引吨数超过规定的牵引定数, 此时称为“超轴牵引”。有时因编挂辆数不足, 或遇到严寒逆风天气, 而需要降低牵引定数, 此时称为“欠轴运行”。

我国铁路直通货物列车的牵引定数, 一般由机车类型和限制

坡度决定,并且受站线有效长度的限制。平原地区干线铁路的牵引定数已达 4 000~5 000t,两列车合并运行的组合列车牵引定数已达 7 000t 以上,大秦线单元列车的牵引定数已达 10 000t。山区铁路的牵引定数一般在 2 000t 以上,远期采用大功率机车牵引定数可达 3 000~4 000t 左右。

(三) 铁路输送能力

铁路输送能力 C 指每年铁路单方向能运送货物的吨数。铁路的输送能力应当大于铁路需要完成的货运任务,并保留一定的储备能力,以适应国民经济各部门扩大再生产的需要。

$$C = \frac{365 \cdot N_{\text{货}} \cdot Q_{\text{净}}}{10^4} \text{ (万 t/年)} \quad (1-6)$$

式中 $N_{\text{货}}$ —— 每天能通过的折算货物列车对数;

$Q_{\text{净}}$ —— 每列直通列车的货物质量(t);

$Q_{\text{净}} = \text{净重系数} \times \text{牵引吨数} = 0.720Q$

—— 货物波动系数,全路平均约为 1.15。

$$= \frac{\text{最大月货运量}}{\text{全年每月平均货运量}}$$

1. 折算的直通货物列车 $N_{\text{货}}$

货物列车包括直通、快货、摘挂、零担等,快运货物列车、摘挂列车与零担列车的货物质量一般较直通货物列车小,需要按货物质量折合为直通列车对数计算。

$$N_{\text{货}} = N_{\text{直}} + \mu_{\text{快}} \cdot N_{\text{快}} + \mu_{\text{摘}} \cdot N_{\text{摘}} + \mu_{\text{零}} \cdot N_{\text{零}} \text{ (对/天)} \quad (1-7)$$

式中 $\mu_{\text{快}}$ 、 $\mu_{\text{摘}}$ 、 $\mu_{\text{零}}$ —— 快货、摘挂、零担列车货物质量与直通列车货物质量之比,快运货物列车可根据编挂辆数与货物品种确定 $\mu_{\text{快}}$ 值,零摘列车一般可采用 $\mu_{\text{摘}} = 0.75$, $\mu_{\text{零}} = 0.5$;

$N_{\text{快}}$ 、 $N_{\text{摘}}$ 、 $N_{\text{零}}$ —— 快货、摘挂、零担列车对数,可根据经济调查资料推算;

$N_{\text{直}}$ —— 直通货物列车对数可按下式计算: